

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

30. 4. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 5月 2日  
Date of Application:

出願番号 特願2003-126834  
Application Number:  
[ST. 10/C]: [JP 2003-126834]

REC'D 01 JUL 2004

WIPO

PCT

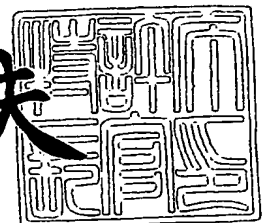
出願人 興和株式会社  
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 6月10日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 P03-014

【提出日】 平成15年 5月 2日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 23/00

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機  
光学事業部 蒲郡工場内

【氏名】 中野 弘勝

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機  
光学事業部 蒲郡工場内

【氏名】 後藤 吉英

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機  
光学事業部 蒲郡工場内

【氏名】 富永 修一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県蒲郡市宮成町 1 3 番 3 5 号 興和株式会社 電機  
光学事業部 蒲郡工場内

【氏名】 石田 隆之

【特許出願人】

【識別番号】 000163006

【氏名又は名称】 興和株式会社

【代理人】

【識別番号】 100075292

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 卓

【電話番号】 03(3268)2481

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2002-340426

【出願日】 平成14年11月25日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003089

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9723067

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタルカメラ付地上望遠鏡

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対物レンズ群と、  
前記対物レンズ群の後方に配置され前記対物レンズ群とともに撮像光学系を構成する撮像素子と、

光路分割手段として前記対物レンズ群と前記撮像素子の間に配置された退避可能な光路分割手段と、

前記光路分割手段により前記撮像光学系の光路外に分割された光像を観察する観察光学系と、

前記光路分割手段が前記撮像光学系の光軸から退避した時、前記光路分割手段の退避に連動して、前記光路分割手段の退避に伴う結像位置の変化を補正する光学素子を前記撮像光学系の光軸に挿入する結像位置補正手段を設けたことを特徴とするデジタルカメラ付地上望遠鏡。

【請求項 2】 前記光学素子が前記光路分割手段の退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する厚みを有する平面ガラスであることを特徴とする請求項 1 に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

【請求項 3】 前記結像位置補正手段が一方の端部に前記光路分割手段を、他方の端部に前記光学素子を支持したガイドレバー部材により前記光路分割手段の退避と前記光学素子の挿入を制御することを特徴とする請求項 1 に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

【請求項 4】 前記平面ガラスが前記撮像光学系の光軸に対して垂直に挿入されることを特徴とする請求項 2 に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

【請求項 5】 前記光路分割手段の透過面を前記光路分割手段の反射面に対して傾斜した傾斜平面から形成することにより、前記光路分割手段の挿入時と離脱時の前記撮像素子に対する中心光軸のずれによる光軸に交差する方向の結像位置ずれを補正することを特徴とする請求項 1 に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

。

【請求項 6】 前記光路分割手段はハーフミラーであることを特徴とする請求

項 5 に記載のデジタルカメラ付地上望遠鏡。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は撮像素子と観察光学系への光路分割を行なう光路分割手段を用いるデジタルカメラ付地上望遠鏡に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

野鳥などの自然動物を観察するために 2 0 倍から 6 0 倍程度の倍率の地上望遠鏡が広く用いられている。一般に、地上望遠鏡の構成として、正（凸）レンズと、正立系として機能する負（凹）レンズからなるガリレイ式望遠鏡を基本とする構成、あるいは正（凸）レンズのみからなるケプラー式望遠鏡の基本構成に正立系としてプリズムなどを加えたものなどが知られているが、いずれにしても地上望遠鏡とはユーザが正立像を観察できるように構成されたものをいう。

【0 0 0 3】

自然動植物の観察の用途に地上望遠鏡を用いる場合、対象物を観察するだけでなく記録に留めたいという需要がある。出願人は、既に観察像を撮影可能なシステムでありながら、空中像を観察するために、鮮明で明るい像を観察することができるデジタルカメラ付地上望遠鏡の構成を下記特許文献 1 に示す特許出願で提案している。

【0 0 0 4】

特許文献 1 におけるデジタルカメラ付地上望遠鏡の構造は、観察光学系の構造を除く主光学系の構成は一般的な一眼レフ式デジタルカメラの構造に類似するもので、特許文献 1 では全反射のクイックリターンミラーを用いている。

【0 0 0 5】

一方、一眼レフ式デジタルカメラでは、銀塩式の一眼レフカメラと異なり、撮影レンズを透過した光束を観察光学系と撮像素子の光路に分割する固定式のハーフミラーを光路分割手段として用いる構造が知られている。このような構造は、モニタ表示、オートフォーカス処理、露出演算などのために撮像素子の撮像を常

時行なえ、しかも可動式のミラーを用いないので構成を非常に簡単安価にできる利点がある反面、光量損失を避けられないという問題がある。

#### 【0006】

この点に鑑み、下記の特許文献2に示すように、対物レンズを透過した被写体光束の一部を観察光学系に導き、残りを撮像素子に導くハーフミラーをクイックリターンミラーから構成し、このハーフミラーを常時は被写体光束の一部を観察光学系に導く観察位置に位置し、撮影時には撮影光路から退避するように制御する構造が提案されている。この特許文献2では、ハーフミラーが観察位置にある時に、ハーフミラーを介して撮像素子に入射する被写体光束の光電変換出力によりハーフミラーが退避した時に対物レンズが被写体に合焦する合焦位置を演算して記憶し、実際にハーフミラーが撮影位置に退避する撮影時には演算された合焦位置に対物レンズを移動させて合焦させるようになっている。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特願 2002-47304号 (図1)

##### 【特許文献2】

特開 2000-162495号 (図1)

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献2に示される構成は、被写体撮影時の光量損失を防止でき、しかもハーフミラーが退避したとき撮像素子へ入射する像の焦点のずれを撮影レンズの移動により補正できるという利点があるが、合焦の演算、記憶のためのプロセッサやメモリが必要であり、製造コストが高くなるという問題がある。

#### 【0009】

本発明の課題は、上記の問題を解決し、撮像素子の撮像を常時行なえ、撮影時の光量の損失がなく、しかも簡単安価な構成により撮像素子の合焦位置を補正できるようにすることにある。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、本発明によれば、対物レンズ群と、前記対物レンズ群の後方に配置され前記対物レンズ群とともに撮像光学系を構成する撮像素子と、光路分割手段として前記対物レンズ群と前記撮像素子の間に配置された退避可能な光路分割手段と、前記光路分割手段により前記撮像光学系の光路外に分割された光像を観察する観察光学系と、前記光路分割手段が前記撮像光学系の光軸から退避した時、前記光路分割手段の退避に連動して、前記光路分割手段の退避に伴う結像位置の変化を補正する光学素子を前記撮像光学系の光軸に挿入する結像位置補正手段を設けた構成を採用した。

#### 【0011】

あるいはさらに、前記光学素子を前記光路分割手段の退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する厚みを有する平面ガラスとする構成を採用した。

#### 【0012】

あるいはさらに、前記結像位置補正手段が一方の端部に前記光路分割手段を、他方の端部に前記光学素子を支持したガイドレバー部材により前記光路分割手段の退避と前記光学素子の挿入を制御する構成を採用した。

#### 【0013】

あるいはさらに、前記平面ガラスが前記撮像光学系の光軸に対して垂直に挿入される構成を採用した。

#### 【0014】

あるいはさらに、前記光路分割手段の透過面を前記光路分割手段の反射面に対して傾斜した傾斜平面から形成することにより、前記光路分割手段の挿入時と離脱時の前記撮像素子に対する中心光軸のずれによる光軸に交差する方向の結像位置ずれを補正する構成を採用した。

#### 【0015】

あるいはさらに、前記光路分割手段がハーフミラーである構成を採用した。

#### 【0016】

#### 【発明の実施の形態】

##### <第1実施形態>

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

## 【0017】

図1は本発明を採用したデジタルカメラ付地上望遠鏡の要部の構成を示している。図1において、固定レンズ群1aと可動フォーカスレンズ群1bからなる対物レンズ群1を透過した光束は、常時は主光軸（対物レンズ群1の光軸）と45°の角度で交差するように配置されたクイックリターンミラー（以下、QRハーフミラーと略す）2に入射する。

## 【0018】

可動フォーカスレンズ群1bはレンズ枠17に保持され、AF用モータ16により主光軸方向に移動できるようになっている。

## 【0019】

QRハーフミラー2を透過した光束は、焦点面に置かれた撮像素子（CCD、CMOS撮像素子など）3に入射する。一方、QRハーフミラー2で反射した光束は観察光学系に入射し、ペンタダハプリズム（図示せず）、あるいは反射ミラー4とリレーレンズ5を組み合わせた正立光学系を介して焦点面と共役な位置に置かれた焦点板6の位置に空中像を結像させる。ユーザはこの像を接眼レンズ7を介して正立像として観察することができる。

## 【0020】

なお、QRハーフミラー2の反射率は任意であるが、たとえば80%～90%程度とし、観察光学系に向かう光量の方が多くなるようにすると、ユーザの観察が容易になる。

## 【0021】

QRハーフミラー2は、金属やプラスチックなどから成るミラーガイドレバー8の一端に設けられたミラーホルダー8aに固定されている。ミラーガイドレバー8は回転軸12に対して回転自在に枢支されており、ミラーガイドレバー8の回転軸12の反対側の端部には平面ガラスホルダー8bが設けられ、この平面ガラスホルダー8bに平面ガラス9が固定されている。平面ガラス9の透過率はほぼ100%とする。

## 【0022】

図1の例では、QRハーフミラー2と平面ガラス9は90°の角度をなすよう



に各ホルダー 8 a、8 b により保持する構造となっている。

#### 【0023】

また、ミラーホルダー 8 a には引張りばね 10 が張設されており、この引張りばね 10 はミラーホルダー 8 a と QR ハーフミラー 2 を回動軸 12 を中心として図の時計廻りに（撮影光路から退避する方向）に回動付勢する。

#### 【0024】

観察時は、引張りばね 10 の張力に抗して QR ハーフミラー 2 を主光軸に対して  $45^{\circ}$  の角度の位置に位置決めするのは規制レバー 11 である。規制レバー 11 の水平に図示された側の腕の先端には切欠部 11 b が設けられ、この切欠部 11 b はミラーガイドレバー 8 に植設されたピン 8 c と係合している。そして、規制レバー 11 は L 字型でその屈曲部において回動軸 11 a 上に回動自在に枢支され、観察時はユーザが撮影操作を行なうリリースボタン（図示せず）と連動したソレノイドあるいは他の機械的手段により実線の位置を保つ。このようにして、観察時、QR ハーフミラー 2 は主光軸に対して  $45^{\circ}$  の位置を保持する。

#### 【0025】

ユーザの撮影操作に応じて撮影動作が開始されると、規制レバー 11 の保持が解除され、ミラーガイドレバー 8 が引張りばね 10 の回動付勢力によって時計廻り方向に急速に回動し、ミラーホルダー 8 a と QR ハーフミラー 2 はそれぞれ点線で示される位置に移動する。

#### 【0026】

QR ハーフミラー 2 と平面ガラス 9 は先に述べたように丁度  $90^{\circ}$  の位置関係でミラーホルダー 8 a、8 b に保持されているので、QR ハーフミラー 2 が点線のように水平位置に移動すると、平面ガラス 9 は対物レンズ群 1 の光軸に対して  $90^{\circ}$  をなす姿勢で撮像素子 3 の直前に挿入される位置まで移動することになる。この撮影時の平面ガラス 9（QR ハーフミラー 2）の位置はストッパー 15 に平面ガラスホルダー 8 b が係止することにより決まる。

#### 【0027】

これにより、対物レンズ群 1 を透過した全ての光量が撮像素子 3 に到達し、QR ハーフミラー 2 による光量損失がない状態で撮像素子 3 に被写体の光像が入射

する。

#### 【0028】

撮像素子3はCCDドライバー13により駆動され、撮像素子3の撮像出力はCCDドライバー13を介してマイクロプロセッサやメモリなどから構成された制御回路14に入力される。制御回路14は、撮影時に撮像素子3から得た画像データを不図示の記録媒体（メモリカードなど）に記録する。また、本実施形態では、観察期間中もQRハーフミラー2を介して撮像素子3に被写体の光束が入射されているため、これに応じて得られる撮像素子3からの撮像情報に基づき不図示の表示器へのモニタ表示、オートフォーカス処理（AF用モータ16を介した可動フォーカスレンズ群1bの制御）、露出演算（リリースボタン半押しなどによる露光量制御）などの処理を実行することができる。

#### 【0029】

次に上記のように構成されたデジタルカメラ付地上望遠鏡の動作につき説明する。

#### 【0030】

観察状態においてQRハーフミラー2が図1の実線位置にある状態で、ユーザがリリースボタン（図示せず）を半押しして半押しスイッチ（図示せず）をオンすると、制御回路14はQRハーフミラー2を介して撮像素子3に入射している被写体光束の光電変換出力によりその明るさを検出し、またそのコントラストを公知のコントラスト検出方法で検出する。

#### 【0031】

これにより、制御回路14は、検出した被写体光束の明るさに応じて撮像素子3の電子シャッター開放時間を決定し、また、検出したコントラスト情報に応じてAF用モータ16を駆動し、レンズ枠17に保持された可動フォーカスレンズ群1bを光軸方向に移動させてオートフォーカス制御を行なうことができる。すなわち、撮像素子3上に結像している被写体のコントラストの変化に応じて制御回路14は撮像素子3の撮影画像のコントラストが最大となるようAF用モータ16を駆動して可動フォーカスレンズ群1bを合焦位置に移動させる。

#### 【0032】

このときの合焦位置は、QRハーフミラー2を透過して撮像素子3に入射した被写体光像の光電出力によるものであるから、QRハーフミラー2を跳ね上げて退避させたとき、平面ガラス9が挿入されなければ、そのときの合焦位置とは異なるものになる。

### 【0033】

すなわち、図2に示すように厚さdを持つQRハーフミラー2を透過して出来る像の位置をA、QRハーフミラー2も平面ガラス9もない時の像の位置をBとすれば、QRハーフミラー2の屈折率nは $n > 1$ （空気の屈折率 $n = 1$ ）であるから、必ず結像位置Aの方が結像位置Bより遠くQRハーフミラー2から離れた位置になる。

### 【0034】

図2のQRハーフミラー2がある時とQRハーフミラー2も平面ガラス9もない時の結像位置のずれ量 $\delta$ （ $B \sim A$ ）は、光軸上の中心光10、周辺光11による結像位置の移動に着目すれば、この幾何学的関係は下記の式（1）により表すことができる。この時、QRハーフミラー2のガラス（あるいは他の適当な材質）の屈折率はn、中心光10のQRハーフミラー2への入射角度は $45^\circ$ 、周辺光11のQRハーフミラー2への入射角度は $\theta$ であるものとする。

### 【0035】

#### 【数1】

$$\delta = \frac{d}{\cos \theta - \sin \theta} \left\{ \frac{\sqrt{2n^2 - 1} - 1}{\sqrt{4n^2 - 2}} (\cos \theta + \sin \theta) - \sqrt{2} \left( \sin \theta - \frac{\cos \theta \sin \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right) \right\} \quad (1)$$

本実施形態においては、この結像位置Aと結像位置Bのずれを平面ガラス9により補正する。すなわち、リリースボタンが全押しされると、前述のように規制レバー11が反時計方向に回動し、これにより規制を失ったQRハーフミラー2が退避し、平面ガラス9が下降して光軸上に挿入され、ストッパー15により点線の位置で係止される。

### 【0036】

図3はこの撮影時に平面ガラス9が主光軸上に挿入された状態を示している。

QRハーフミラー2の跳ね上げ後、平面ガラス9が光軸に対し垂直に挿入されるものとすれば、この時の中心光10と周辺光11により形成される結像位置のずれ $\delta$ は平面ガラス9の屈折率 $n'$ （平面ガラス9とQRハーフミラー2のガラスが同一であれば上記と同じ $n$ の値を用いることができる）、平面ガラス9の厚さ $d'$ から下記の式(2)のように近似することができる。

【0037】

【数2】

$$\delta = d' \left(1 - \frac{1}{n'}\right) \quad (2)$$

式(2)はスネルの法則と幾何学的考察によって導かれたもので、図3のように光軸に対して $90^\circ$ で交差するよう平面ガラス9を挿入した場合には、式(2)のように図3の周辺光11の入射角度 $\theta'$ に関連する項は微少項として無視でき、像のずれ量 $\delta$ は平面ガラス9の厚み $d'$ とその屈折率 $n'$ により決まる。

【0038】

したがって、式(1)と式(2)の左辺の像のずれ量 $\delta$ が等しくなるよう、式(2)の左辺に式(1)の右辺を代入し、平面ガラス9の厚み $d'$ について解けば、本実施形態で必要な平面ガラス9の厚み $d'$ を計算することができる。

【0039】

図4は、この計算結果を示している。ここでは、QRハーフミラー2の厚み $d = 1$  (mm)、QRハーフミラー2および平面ガラス9のガラスが同一で両者の屈折率が $n = n' = 1.51633$ である条件において、上記の式(1)と式(2)による計算結果を示している。

【0040】

ここで、図4の計算結果に関する考察を示しておく。

【0041】

図4の計算結果から判るように、補正すべき像のずれ量 $\delta$ は図2の周辺光11の入射角度 $\theta$ に依存し、一定ではない。QRハーフミラー2を $45^\circ$ で挿入している場合、周辺光11の入射角度 $\theta$ の値が大きくなる程、像のずれ量 $\delta$ は大きく

なる（ただし  $\theta = 45^\circ$  の光線は特別な場合で、 $\delta = \infty$  で非結像）。すなわち、挿入する平面ガラス 9 の厚みを除々に変えなければ QR ハーフミラー 2 で生じていた収差（コマ収差）は完全には除去できない、とも言える。一方、補正ガラスによって光軸方向にずれる量は、式（2）から明らかなように  $\theta$  の影響を受けない。

#### 【0042】

しかしながら、実際の製品の光学設計においては、オートフォーカスのためのコントラスト計算エリアにせよ撮影像にせよ、周辺よりも中心視野を重視する、すなわち、近軸領域の（しかも入射角度  $\theta$  が  $45^\circ$  に近い）周辺光 11（図 2）の条件を重視して計算を行なうので、図 4 においても同様に  $\theta = 45^\circ$  最近傍の計算結果を採用する、すなわち、像のずれを解消するための平面ガラス 9 の厚さ  $d'$  には 1.77 mm を採用する。

#### 【0043】

平面ガラス 9 挿入の効果は平面ガラス 9 が無い時と比較して以下のように評価できる。

#### 【0044】

QR ハーフミラー 2 が光軸から退避している時と挿入されている時の、光軸方向での合焦位置ずれの量（ $\delta$ ）は、図 4 より平面ガラス 9 が無いとき：最大 0.70 mm であるが、平面ガラス 9 があるとき：厚さ 1.77 mm のものを挿入した場合は画角中心部のずれは補正されるので、ずれは最大  $0.70 - 0.60 = 0.10$  mm の範囲となる。

#### 【0045】

QR ハーフミラー 2 の離脱による結像位置のずれによる影響を本実施形態のように平面ガラス 9 を挿入することなく放置した場合、たとえば QR ハーフミラー 2 挿入中に計算したオートフォーカス制御の条件をそのまま用いることによって撮影画質の低下となって表れる。この画質低下の度合は、撮影時の光学系の被写界深度（絞り値）などによっても異なるが、被写界深度の浅い絞り開放のような条件においては場合によっては深刻なものとなる。

#### 【0046】

一方、本実施形態によれば、平面ガラス 9 を挿入することにより、QR ハーフミラー 2 が挿入されていた状態に生じていた結像位置のずれの分だけ結像位置を補正することができる。したがって、QR ハーフミラー 2 挿入中に計算したオートフォーカス制御の条件をそのまま用いても、画質低下の度合はより小さくなる。

#### 【0047】

特に、本実施形態によれば、平面ガラス 9 を光軸に垂直に挿入するようにしているので、平面ガラス 9 の結像位置の補正効果は種々の方向を有する全ての撮影光線について均等に作用し（式（2）が周辺光の入射角度  $\theta'$  に依存しない点を参照のこと）、図 4 に示したように結像に關与する周辺光の方向に依存して発生する結像位置のずれに起因する画像の劣化を撮影時に生じることがない。

#### 【0048】

以上のようにして、本実施形態では、QR ハーフミラー 2 が光軸上から退避することで生じる結像位置（合焦位置）の変化を平面ガラス 9 を挿入することにより補正することができる。

#### 【0049】

平面ガラス 9 が挿入された後、撮像素子 3 は、リリースボタン半押し状態のときに決定された電子シャッター開放時間だけ被写体像を撮像する。撮像が終了すると、制御回路 14 は図示しない駆動モータを駆動させ、QR ハーフミラー 2 および平面ガラス 9 を待機位置に復帰させる。

#### 【0050】

以上のようにして、本実施形態によれば、ハーフミラーによる光路分割手段（QR ハーフミラー 2）により撮像素子と観察光学系の双方に被写体光束を入射させるデジタルカメラ付地上望遠鏡において、撮影時、ハーフミラーによる光路分割手段を主光学系から除去するとともに、ハーフミラーによる光路分割手段により生じていた結像位置のずれを補正する光学素子（平面ガラス 9）を主光学系に挿入するようにしているので、撮影時の撮像素子への入射光量の損失を生じることがなく、プロセッサやメモリを用いることなく、また結像位置補正用の光学素子として平面ガラス 9 のようにシンプルな光学素子を利用した非常に簡単安価な

構成によって合焦位置のずれを補正することができる。もちろん、本実施形態ではハーフミラーによる光路分割を行なうので観察期間中は撮像素子により、露光調節、モニタ表示、オートフォーカス調整などの所定の目的のための撮像データ取得が可能である。

#### 【0051】

また、本実施形態によれば、光路分割手段を構成するQRハーフミラー2と平面ガラス9をそれぞれ別のレバー上に保持するのではなく、リジッドな1部材のガイドレバー部材（ミラーガイドレバー8）の両端にそれぞれ保持しており、このミラーガイドレバー8によりQRハーフミラー2ないし平面ガラス9の位置決めが行なわれる。このため、少ない部品点数で非常に簡単安価に実施でき、QRハーフミラー2ないし平面ガラス9の位置決め誤差は極めて少なくて済み、正確な結像位置補正を行なえる、という優れた効果がある。

#### 【0052】

なお、以上では説明を容易にするため、QRハーフミラー2は $45^\circ$ の角度で、平面ガラス9は $90^\circ$ の角度でそれぞれ主光学系に挿入されるものと説明したが、これらの条件はあくまでも便宜上のものであり、これらの部材の主光学系に対する角度は他の設計条件に応じて適宜変更することができるのはいうまでもない。

#### 【0053】

また、以上では、QRハーフミラー2および平面ガラス9が互いになす角度は $90^\circ$ であるものとして説明したが、駆動機構の構成、装置内のスペースなどの事情に応じて両者の相対角度を $90^\circ$ 以外の角度に取ることができるのはいうまでもない。

#### 【0054】

##### <第2実施形態>

以上では、QRハーフミラー2を退避させる撮影時に平面ガラス9を挿入し、光軸方向の結像位置ずれ $\delta$ を補正する構成を示した。

#### 【0055】

しかしながら、第1実施形態において平面ガラス9を挿入することで補正でき

るのは光軸方向の結像位置ずれ $\delta$ であって、結像光軸のシフトについては考慮されていない。図2に示したように、傾斜してQRハーフミラー2を挿入することによって、光軸に交差する（垂直な）方向に結像位置ずれ $\Delta$ が生じるが、第1実施形態に示した構成だけではこの結像位置ずれ $\Delta$ は補正することができない。

#### 【0056】

本実施形態では、この結像光軸のシフトを解消するために、光路分割手段としてのQRハーフミラーの透過面をその反射面（半透過面）に対して傾斜した傾斜平面から構成する例を示す。

#### 【0057】

光路分割手段としての透過面をその反射面（半透過面）に対して傾斜した傾斜平面から構成する構造は、たとえば、QRハーフミラー18の垂直断面形状を図5のようなくさび形断面とするものである。

#### 【0058】

以下、図5の構成につき説明するが、以下の説明において図5以外の構成は第1実施形態と同様であるものとする。また、以下の説明において、第1実施形態と同一または相当するものに関しては同一符号を用い、その詳細な説明は省略する。

#### 【0059】

QRハーフミラー18は、図1と同様に平面ガラス9とともにミラーホルダー8に支持されて観察時にQRハーフミラー18が光路に挿入され、撮影時にはQRハーフミラー18が退避して平面ガラス9が光路に挿入されるよう制御される。

#### 【0060】

図5の構成は、QRハーフミラー18表面の反射面（半透過面）により屈折の法則によってシフトされた光束、特に中心付近の光束をQRハーフミラー18の背面の透過面の傾きによって撮像素子3の中心付近へ戻すようにしていることを特徴とするものである。これにより、観察時に撮像素子3中心付近を通過する光線の経路がQRハーフミラー18を挿入していない時とほぼ同様になるように補正することができる。



## 【0061】

以下、図5のQRハーフミラー18の背面の透過面（傾斜平面）がその表面の反射面（半透過面）に対してなす角度 $\alpha$ の計算手法を示す。

## 【0062】

ここでは、撮像素子3の結像面から29.559mmの位置に厚さ1mm、屈折率 $n=1.51633$ の単純平面QRハーフミラーを光軸に対して $45^\circ$ の角度で挿入した場合において、QRハーフミラー18の背面の透過面（傾斜平面）がその表面の反射面（半透過面）に対してなす角度 $\alpha$ の計算手法を示す。なお図5は模式的に表したものであって、縮尺については考慮されていない。

## 【0063】

このような構成においては、スネルの法則から光軸上の光線（中心光）がこのQRハーフミラー入射により生じる屈折角 $\theta_1$ は $\theta_1=27.796^\circ$ であり、よって中心光がQRハーフミラーを透過する光路長 $L$ は $L=1.130$ mmとなる。

## 【0064】

これにより、出射光（光軸に並行な破線により図示）の光軸シフト量 $\Delta$ は $\Delta=0.334$ mmとなり、この中心光を元通り撮像素子5の中心に結像させるために必要な入射角 $\theta_2$ は $\theta_2=0.647^\circ$ となる。

## 【0065】

したがって、図5のようなくさび形状の場合、QRハーフミラー18の背面（実線）の透過面の傾斜角 $\alpha$ は、スネルの法則から

## 【0066】

## 【数3】

$$1.51633 \times \sin(\theta_1 + \alpha) = 1 \times \sin(\theta_2 + 45^\circ + \alpha) \quad (3)$$

を満足する必要がある、そこでこの式(3)を $\alpha$ について解くと傾斜角 $\alpha$ は $\alpha=0.710^\circ$ （分秒表示で $42'34''$ ）となる。

## 【0067】

上記のような挟角  $\alpha$  を有するくさび形 QR ハーフミラー 18 を用いることにより、撮像素子 3 上において結像光軸の上下方向のシフトをキャンセルしたのと同等の効果が得られる。結像光軸の上下方向のシフトそのものはキャンセルできないが、撮像素子 3 の撮像面の位置においては、光軸付近では実質的に平面ガラスによる QR ハーフミラーで生じる結像光軸の上下方向のシフトがなくなったのと同じ状態を形成できる。

#### 【0068】

観察期間においては、図 5 の状態でオートフォーカス制御を行なうことになるが、このとき、上述の計算は光軸付近の周辺光のみに関して適用されるため、オートフォーカスエリアを撮像素子 3 の撮像範囲の中心付近に設定すれば、結像光軸の上下方向のシフトが無いのと同様な状態でオートフォーカス処理を行なうことができる。

#### 【0069】

なお、光軸に沿った結像位置のずれに関しては、撮影時に QR ハーフミラー 18 を退避させ、第 1 実施形態と同様に構成した平面ガラス 9 を挿入することにより補正する。

#### 【0070】

すなわち、QR ハーフミラー 18 が光軸から退避すると結像位置は撮像素子 3 上から光軸方向に  $\delta$  だけずれるが、平面ガラス 9 を光軸に対し垂直に挿入することで結像位置はもとの撮像素子 3 上になるように補正される。補正ガラス 9 の厚さは平面の QR ハーフミラーを用いた場合と同じ 1.77 mm でよい。

#### 【0071】

図 5 のようなくさび型形状の光路分割手段 (QR ハーフミラー 18) は、ハーフミラー構成であれば、ガラスなどの材料を整形した上、反射／透過／フィルタ特性を与えるためのコーティングを施すことにより、比較的簡単安価に製造することができる (第 1 実施形態の QR ハーフミラー 2 も同様)。

#### 【0072】

なお、第 1 実施形態に関して示した種々の変形例 (QR ハーフミラーの挿入角度その他) は、第 2 実施形態においても適用可能であることはいうまでもない。

## 【0073】

## 【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、対物レンズ群と、前記対物レンズ群の後方に配置され前記対物レンズ群とともに撮像光学系を構成する撮像素子と、光路分割手段として前記対物レンズ群と前記撮像素子の間に配置された退避可能な光路分割手段と、前記光路分割手段により前記撮像光学系の光路外に分割された光像を観察する観察光学系と、前記光路分割手段が前記撮像光学系の光軸から退避した時、前記光路分割手段の退避に連動して、前記光路分割手段の退避に伴う結像位置の変化を補正する光学素子を前記撮像光学系の光軸に挿入する結像位置補正手段を設けた構成を採用しているので、撮像素子の撮像を常時行なえ、撮影時の光量の損失がなく、しかも演算手段や光学素子の駆動制御手段を必要としない簡単安価な構成により撮像素子の合焦位置を補正できる、という優れた効果がある。

## 【0074】

特に、前記光学素子は、前記光路分割手段の退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する厚みを有する平面ガラスから構成することができ、その場合、シンプルな光学素子を利用した非常に簡単安価な構成によって合焦位置のずれを補正することができる。

## 【0075】

あるいはさらに、一方の端部に前記光路分割手段を、他方の端部に前記光学素子を支持したガイドレバー部材により前記光路分割手段の退避と前記光学素子の挿入を制御する構成を用いれば、少ない部品点数で非常に簡単安価に、また正確に結像位置の補正を行なえる、という優れた効果が得られる。

## 【0076】

あるいはさらに、前記平面ガラスが前記撮像光学系の光軸に対して垂直に挿入される構成を採用することにより、平面ガラスの結像位置の補正効果を種々の方向を有する全ての撮影光線について均等に作用させることができ、オートフォーカス制御を最適な条件で作用させるとともに撮影画質の劣化を防止できる、という優れた効果が得られる。

## 【0077】

あるいはさらに、前記光路分割手段の透過面を前記光路分割手段の反射面に対して傾斜した傾斜平面から形成することにより、前記光路分割手段の挿入時と離脱時の前記撮像素子に対する中心光軸のずれによる光軸に交差する方向の結像位置ずれを補正する構成を採用することにより、光軸方向の結像位置のみならず光軸に交差する方向の結像位置ずれ（光軸シフト）も補正することができる、という優れた効果が得られる。

## 【0078】

前記光路分割手段はハーフミラーから構成することができ、その場合ガラスなどの材料を整形した上、反射／透過／フィルタ特性を与えるためのコーティングを施すことにより、比較的簡単安価に製造することができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の第1実施形態に係るデジタルカメラ付地上望遠鏡の全体構成を示した説明図である。

## 【図2】

図1の装置において観察時に主光学系に挿入されたQRハーフミラーを示した説明図である。

## 【図3】

図1の装置において撮像時に主光学系に挿入された平面ガラスを示した説明図である。

## 【図4】

図1の装置のクイックリターンハーフミラーにより生じる像のずれ量とそれを補正する平面ガラスの厚みの算出結果を示した表図である。

## 【図5】

本発明の第2実施形態に係るデジタルカメラ付地上望遠鏡の要部の構成を示した説明図である。

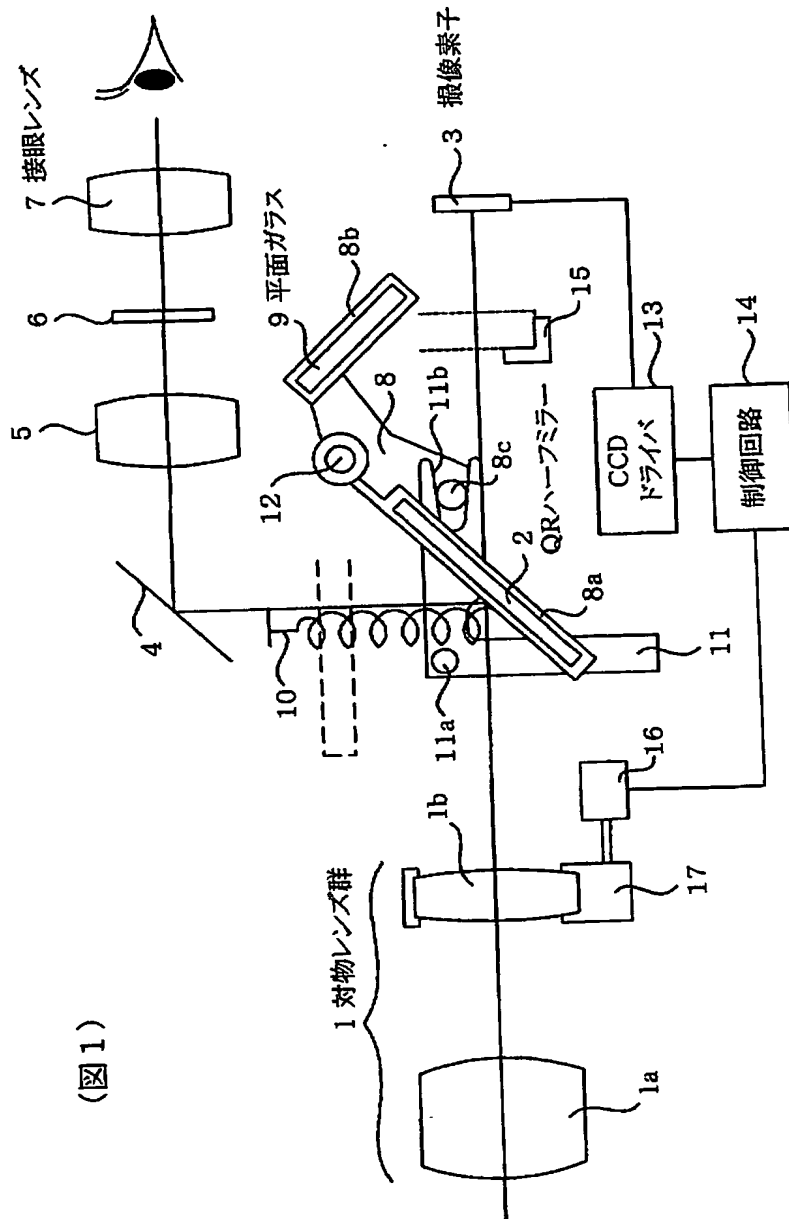
## 【符号の説明】

## 1 対物レンズ群

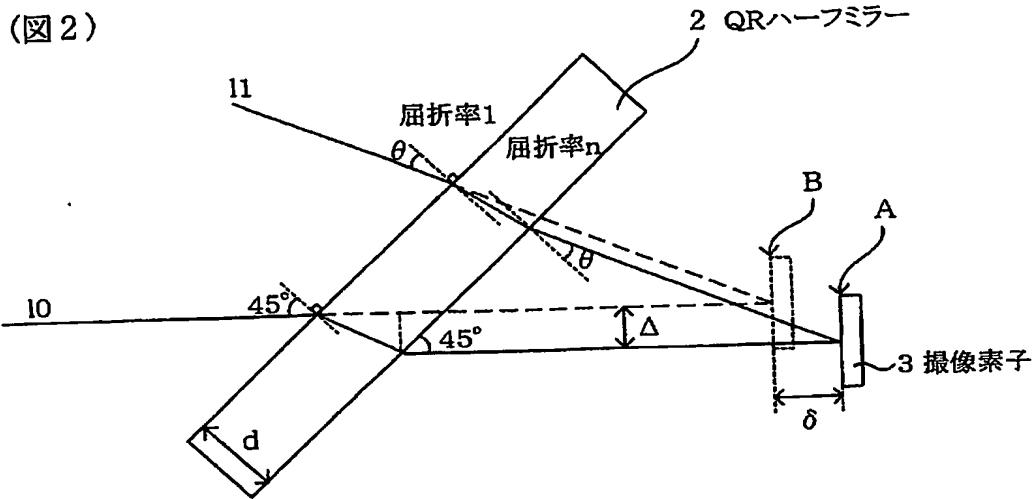
- 1 a 固定レンズ群
- 1 b 可動フォーカスレンズ群
- 2、18 クイックリターンハーフミラー
- 3 撮像素子 (CCD又はCMOS)
- 4 反射ミラー
- 5 リレーレンズ群
- 6 焦点板
- 7 接眼レンズ
- 8 ミラーガイドレバー
- 9 平面ガラス
- 10 引張りばね
- 11 規制レバー
- 11 a、12 回動軸
- 13 CCDドライバー
- 14 制御回路
- 15 ストッパー
- 16 AF用モータ
- 17 レンズ枠

【書類名】 図面

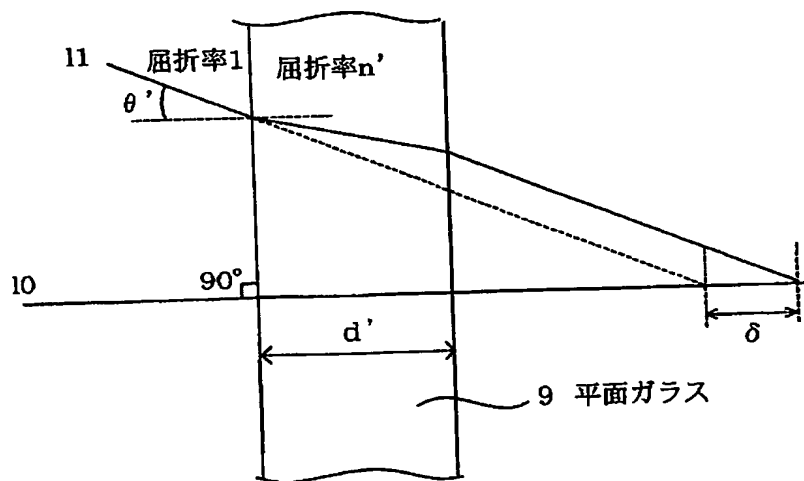
【圖 1】



【図2】



【図3】



(図3)

【図 4】

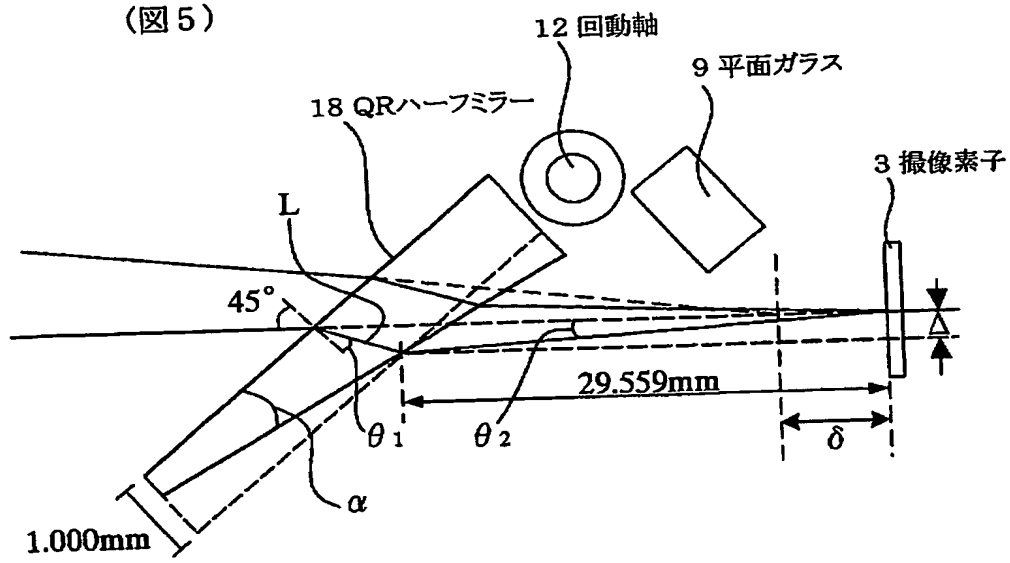
(図 4)

$d=1(\text{mm})$ 、 $n=n'=1.51633$ の場合の、周辺  
光の入射角度毎のずれ量と補正ガラスの厚さ

$\theta (^{\circ})$	$\delta (\text{mm})$	$d' (\text{mm})$
35	0.52	1.53
36	0.53	1.55
37	0.54	1.57
38	0.54	1.60
39	0.55	1.62
40	0.56	1.65
41	0.57	1.67
42	0.58	1.69
43	0.59	1.72
44	0.59	1.75
44.999	0.60	1.77
45.001	0.60	1.77
46	0.61	1.80
47	0.62	1.83
48	0.63	1.85
49	0.64	1.88
50	0.65	1.91
51	0.66	1.94
52	0.67	1.97
53	0.68	2.00
54	0.69	2.03
55	0.70	2.06



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 撮像素子の撮像を常時行なえ、撮影時の光量の損失がなく、しかも簡単安価な構成により撮像素子の合焦位置を補正できるようにする。

【解決手段】 対物レンズ群 1 の後方に撮像素子 3 を配置し、観察光学系方向への光路分割手段として対物レンズ群 1 と撮像素子 3 の間に退避可能なクイックリターンハーフミラー 2 を配置する。クイックリターンハーフミラー 2 の撮像光学系の光軸からの退避に連動してクイックリターンハーフミラー 2 の退避に伴う光軸方向の結像位置の変化を補正する平面ガラス 9 を撮像光学系の光軸に挿入する。クイックリターンハーフミラー 2 と平面ガラス 9 はリジッドな 1 部材のミラーガイドレバー 8 両端にそれぞれ保持し、それぞれの退避、挿入を行なう。クイックリターンハーフミラー 2 には、光軸交差方向の結像位置ずれを補正する傾斜平面を設けることもできる。

【選択図】 図 1

特願 2003-126834

出願人履歴情報

識別番号

[000163006]

1. 変更年月日

[変更理由]

住所

氏名

1990年 8月20日

新規登録

愛知県名古屋市中区錦3丁目6番29号

興和株式会社